

# コラム形水中ポンプの維持管理に関する研究

研究予算：運営費交付金  
研究期間：平27～平30  
担当チーム：寒地機械技術チーム  
研究担当者：田所 登、澤口 重夫、  
平地 一典、小林 勇一

## 【要旨】

救急排水機場は、内水被害を軽減し地域の安全を守る重要な設備であり、非常時には確実に稼働しなければならない。しかし、救急排水機場で使用されるコラム形水中ポンプは、コラムパイプ内に設置されることから、稼働中の異常や変調の確認が極めて困難である。設備の老朽化も進行しており、限られた予算のなかで設備の信頼性を維持するためには、稼働状態を的確に把握し、適切な整備や更新を行う必要がある。そこで、コラム形水中ポンプへの適用性が高い状態監視技術について検討し、実証実験により適用性を検証した。

その結果、電流情報診断の適用性が高いことがわかり、電流情報診断によるコラム形水中ポンプの状態監視手法として整理を行った。

キーワード：健全度、長寿命化、維持・管理、救急排水機場、状態監視、電流情報診断

## 1. はじめに

河川管理施設である排水機場や救急排水機場は、内水を排除し洪水被害を軽減することを目的に設置された重要な施設であり、非常時には確実に稼働しなければならない。しかし、これらの施設は高度成長期以降に集中的に整備されたことから、老朽化の進行が課題となっている<sup>1)</sup>。洪水被害を軽減し地域の安全を守るためには、これらの設備が非常時に確実に機能するよう、故障を未然に防ぐための対策が必要である。

救急排水機場は、地域ごとの出水の状況に応じて可搬式のポンプを運搬・設置することで、機動的かつ効率的な排水作業を行うことを目的に、「救急内水対策事業」に基づき設置された排水施設である<sup>2)</sup>(写真-1)。



写真-1 救急排水機場外観

救急排水機場では、排水用ポンプとしてコラム形着脱式縦軸斜流水中モータポンプ（以下、「コラム形水中ポンプ」という。）が使用されている<sup>3)</sup>。しかし、コラム形水中ポンプは、排水作業の際にコラムパイプ内に設置し稼働することから、現場の運転員や点検従事者が、稼働中に目視や触診により異常や変調を確認することは極めて困難である(図-1)。維持管理に係る予算が厳しい状況にあるなか、故障を未然に防ぐためには、コラム形水中ポンプの稼働状態を的確に把握し、効率的な維持管理を行う必要がある。

本研究は、コラム形水中ポンプの稼働状態を的確に判断できる技術を提案するため、回転機械の状態監視に適用されている各種計測、診断技術についてコラム形水中ポンプへの適用性を検討し、実証実験により適用性の検証を行ったものである。

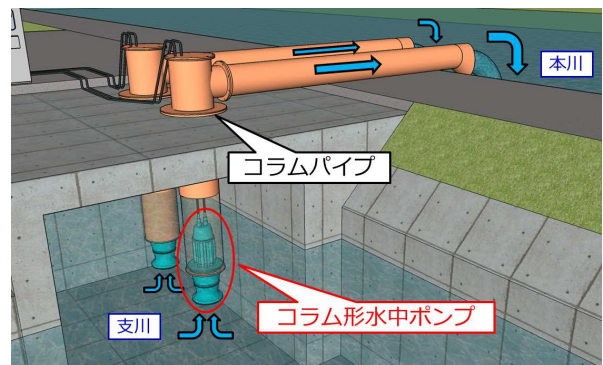


図-1 コラム形水中ポンプの稼働概要図

## 2. 研究方法

### 2.1 コラム形水中ポンプの状態を的確に判断する技術の検討

水中ポンプや電動モーターなど回転機械の状態監視に適用されている各種計測・診断技術について、ISOの「機械の状態監視と診断」関連規格<sup>4)</sup>やポンプメーカーからの聞き取りなどをもとに調査を実施し、コラム形水中ポンプへの適用性について評価を行った。

### 2.2 実証実験による効果の検証

前項で評価の高かった技術を状態監視技術として採用し、救急排水機場およびポンプメーカー工場における計測試験、ならびに小型水中ポンプによる異常模擬試験を実施し、その効果を検証した。

## 3. 研究結果

### 3.1 コラム形水中ポンプの状態を的確に判断する技術の検討結果

#### 3.1.1 各種計測、診断技術の調査および評価結果

各種計測、診断技術について調査した結果、11技術（振動診断、潤滑油診断、AE診断、温度計測、サーモグラフィ、音響診断、音カメラ、電流情報診断、内視鏡診断、分解検査および主軸回転トルク計測）を確認した。これらの技術について、コラム形水中ポンプへの適用性を評価した<sup>5)</sup>。評価結果を図-2に示す。

評価項目は、「計測データの信頼性」と「計測の容易さ」とした。「計測データの信頼性」は、ポンプ運転に伴い発生する水流や騒音、振動などに計測値が影響されにくいものを高く評価した。また「計測の容易さ」は、計測用センサーの取り付けが容易なものや、コラム形水中ポンプをコラムパイプから引き上げずに計測や診断が行えるものを高く評価した。

計測データの信頼性	高い	<ul style="list-style-type: none"> <li>振動診断(ポンプ本体)</li> <li>潤滑油診断</li> <li>AE診断(ポンプ本体)</li> <li>内視鏡診断</li> <li>分解検査</li> <li>主軸回転トルク計測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電流情報診断</li> </ul>
	低い	<ul style="list-style-type: none"> <li>温度計測</li> <li>音響診断</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>振動診断(コラムパイプ)</li> <li>AE診断(コラムパイプ)</li> <li>サーモグラフィ</li> <li>音カメラ</li> </ul>
		困難	容易
計測の容易さ			

図-2 各種計測・診断技術の評価

振動診断およびAE（Acoustic Emission）診断は、計測用センサーをコラム形水中ポンプ本体またはコラムパイプに設置する必要がある。しかし、コラム形水中ポンプ本体への設置は、計測用センサーと配線を水流から防護する必要があり、後付けは困難である。また、コラムパイプへの設置は、水流による振動の影響を大きく受けると考えられる。

潤滑油診断、内視鏡診断、分解検査および主軸回転トルク計測は、コラム形水中ポンプをコラムパイプから引き上げる必要があり、クレーンの手配や引き上げるための作業員等による費用増加が見込まれる。

温度計測およびサーモグラフィは、コラム形水中ポンプは水流により放熱するため、計測が困難である。音響診断、音カメラについても、水流による騒音の影響を大きく受ける。

電流情報診断は、計測用クランプを分電盤や操作盤の動力配線に取り付け計測するため、計測は非常に容易である（図-3）。また、電流は騒音や振動などの影響を受けないため、計測データの信頼性も高いと考えられる。

以上より、電流情報診断を適用性が最も高い技術と評価した。

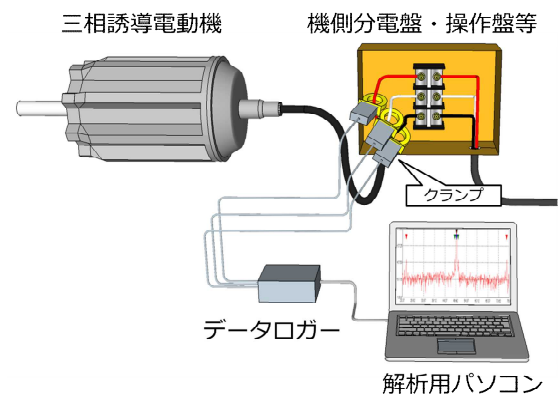


図-3 電流情報診断による計測方法

#### 3.1.2 電流情報診断による状態監視方法

電流情報診断は、誘導電動機電流微候解析（MCSA：Motor Current Signature Analysis）に基づき、三相誘導電動機に発生する逆起電力を解析することで、機械の異常を検出する技術である<sup>6)</sup>。

三相誘導電動機の模式図を図-4 に示す。三相誘導電動機は、固定子に三相交流電流を流すことで、回転子バーに電流を誘起させ、回転子を回転させる。

固定子に電流を流すと、磁界が発生するとともに、交流電源の位相変化に合わせて磁界が回転するように変化する。この回転磁界により、回転子は磁界から見て相対的に反対方向へ移動したことになり、フレミングの右手の法則により、回転子バーに電流が誘起される。磁界の中にある回転子バーに電流が流れると、フレミングの左手の法則により電磁力が生じ、その電磁力により回転子は回転する。

回転子が磁界に対し相対的に移動することにより、回転子バーに電流が誘起され回転するため、回転子は回転磁界よりやや遅い周波数で回転する。この回転磁界と回転子の周波数の差がすべり周波数となる。

ここで、回転子から見ると、相対的に回転磁界はすべり周波数で回転していることになり、回転磁界の磁極が回転子バーを通過する際に、フレミングの右手の法則により、今度は固定子側に電流が誘起される（逆起電力）。

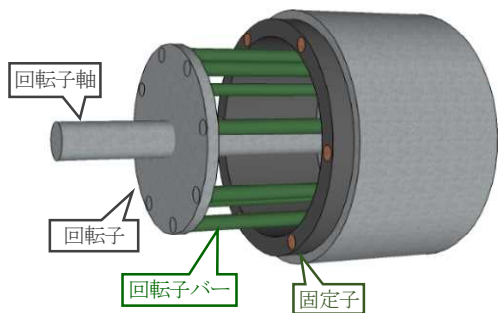


図-4 三相誘導電動機（かご形）模式図

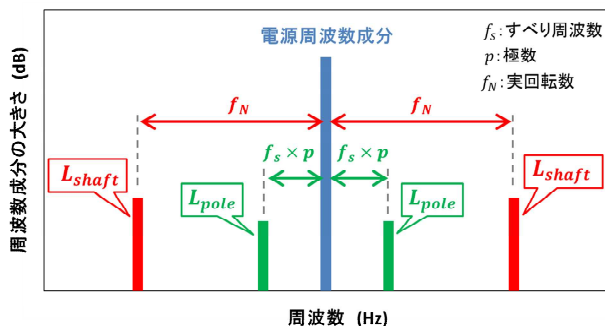


図-5 側帯波 ( $L_{pole}$ 、 $L_{shaft}$ )

回転子バーの1本が損傷した場合、その回転子バーには電流が誘起されにくくなり、結果として固定子への電流誘起に影響を及ぼすことになる。その周波数は、回転子が磁極を通過する周波数である、すべり周波数と極数の積となる。この場合、三相交流電流の各相の電流波形を計測し、周波数分析を行うと、電源周波数の両端に側帯波（以下、「 $L_{pole}$ 」という。）が現れる<sup>6)</sup>（図-5）。

この $L_{pole}$ が大きくなるほど、回転子バーが損傷している可能性が高まる。なお、側帯波の大きさは電源周波数成分に比べて非常に小さいことから、単位にはA（アンペア）ではなくdB（デシベル）を使用する。

また、ポンプや減速機などが接続された回転子軸に、ミスアライメントやアンバランスなどが発生した場合、回転子軸に異常負荷がかかる。異常負荷により回転子が偏芯すると、空間磁束線に影響を与え、固定子への電流誘起に影響を及ぼす<sup>6)</sup>。回転子に異常負荷が発生した場合、電源周波数の両端に実回転数による側帯波（以下、「 $L_{shaft}$ 」という。）が現れる<sup>8)</sup>（図-5）。 $L_{shaft}$ は、回転子軸につながる被駆動装置の異常に起因した異常負荷にも影響を受けるため、 $L_{shaft}$ を監視することで軸受やインペラなどの異常を検知できる可能性がある。

### 3. 1. 3 実験用模型による解析方法の確認

電流情報診断による解析方法を確認するため、実験用模型による計測試験を実施した。

実験用模型を写真-2 に示す。実験用模型は三相誘導電動機、軸受、フライホイールおよびシャフトにより構成され、フライホイールはボルトを取り付けることで、偏芯して回転させることが可能である（図-6）。

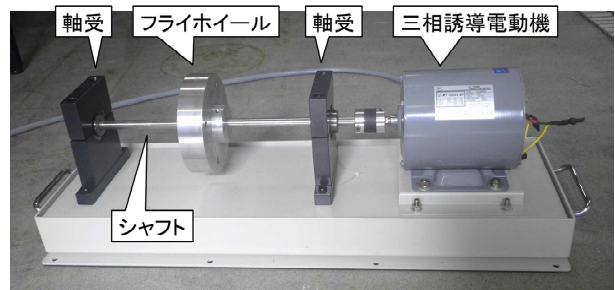


写真-2 実験用模型



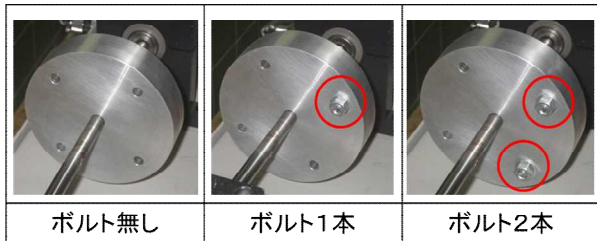


図-6 フライホイールへのボルト取り付け

試験条件を表-1、計測試験状況を写真-3 に示す。使用した電源は商用電源で、電動機の出力は0.1kWである。

フライホイールにボルトを取り付けていない状態を正常、ボルトを1本および2本取り付けの場合を異常とし、電流情報診断による解析方法について確認した。

計測に使用した機器は、株式会社高田工業所製の電流情報診断システム T-MCMA である。計測設定は、サンプリング周波数を 8,192Hz、サンプリングデータ数を 65,536 とした。

実験用模型から計測した電流波形を周波数分析したものを図-7 に示す。L<sub>pole</sub> および L<sub>shaft</sub> は、緑および赤色で着色している。

周波数分析結果から、L<sub>pole</sub> および L<sub>shaft</sub> が明瞭に卓越していることを確認した。

L<sub>pole</sub> および L<sub>shaft</sub> の大きさを図-8 に示す。各周波数成分は電源周波数の両端に現れるため、値の大きい方を採用した。

表-1 実験用模型による試験条件

電源	電動機規格	異常の種類	異常の程度
商用電源 3相交流 200V 50Hz	0.1kW 0.71A 4P	正常	—
		偏心	ボルト1本 ボルト2本



写真-3 計測試験状況 (実験用模型)

L<sub>pole</sub> に大きな変動は見られなかったが、L<sub>shaft</sub> は取り付けるボルトの本数に伴い大きくなった。これは、ボルトを取り付けることでフライホイールが偏心し、振り回りにより回転子軸へ異常な負荷が発生したためと考えられる。

以上より、電流波形を周波数分析することで、L<sub>pole</sub> および L<sub>shaft</sub> が卓越して現れることがわかった。また、フライホイールの偏心により、L<sub>shaft</sub> が大きくなることがわかった。

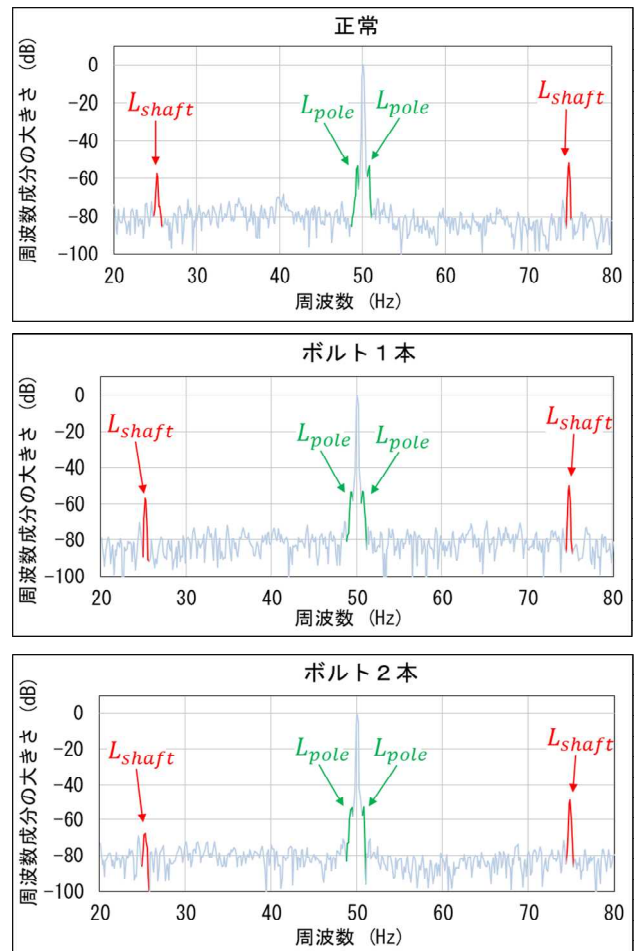


図-7 周波数分析結果 (実験用模型)

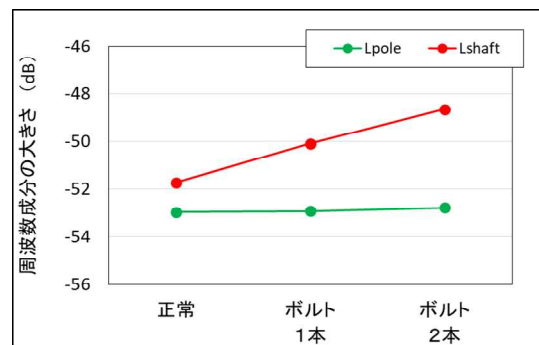


図-8 周波数成分の大きさ (実験用模型)

### 3. 2 実証実験による効果の検証結果

#### 3. 2. 1 救急排水機場における現地計測試験結果

国土交通省北海道開発局が管理する救急排水機場 5 箇所において、定期点検時に行われる試運転にあわせ、現地計測試験を実施した<sup>9)</sup>。

試験の概要を表-2 に示す。使用した電源は発動発電機であり、コラム形水中ポンプの規格は高揚程型である。計測台数は、点検状況に応じ各 1~2 台を実施した。吐出弁開度は、救急排水機場 B、C および D ではポンプ吸水槽の水位が低かったため、5%~15%に絞り試運転を実施した。

電流波形の周波数分析結果を図-9 に示す。解析する周波数成分は、緑および赤色で着色している。なお、 $L_{pole}$  および  $L_{shaft}$  の特定には、実回転数の確認が必要であるが、コラム形水中ポンプの実回転数は、回転軸か

ら直接計測することができない。そこで、定格値である 980rpm を元に、周波数成分を特定した。

周波数分析の結果、前項の実験用模型と比較し、ノイズが非常に大きいことがわかった。そこで、アベレージングによるノイズ処理を行った。

表-2 現地計測試験の概要

名称	電源	救急排水ポンプ設備		試験条件	
		コラム形水中ポンプ規格	設置数	計測台数	吐出弁開度
A	発動発電機 3 相交流 400V 50Hz	高揚程	5 台	1 台	50%
B			7 台	1 台	10%
C			1 台	1 台	5%
D			3 台	1 台	15%
E			5 台	2 台	100%

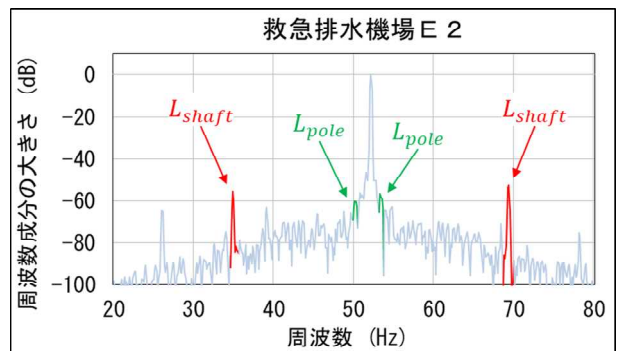
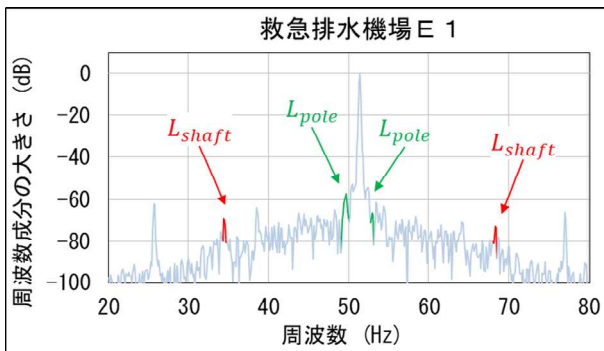
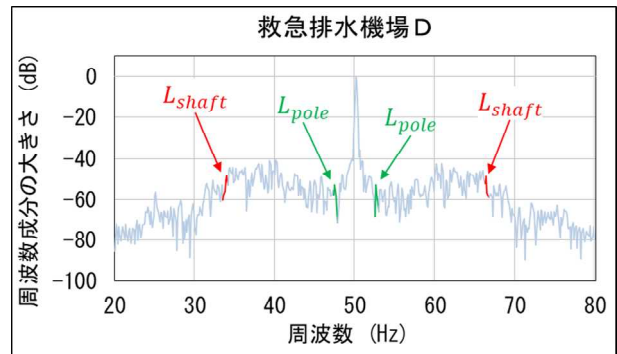
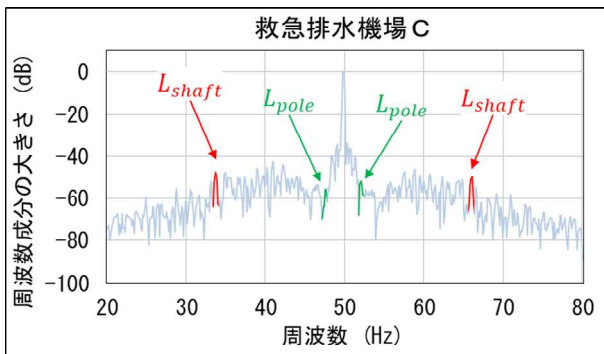
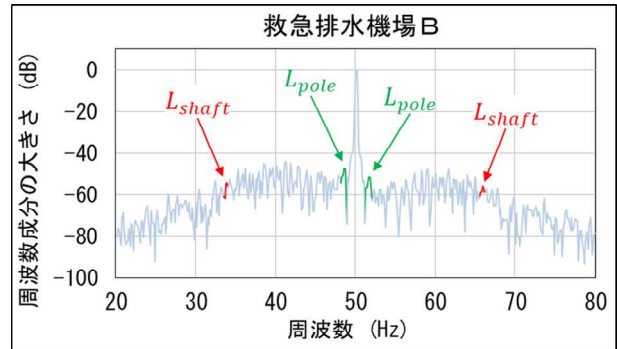
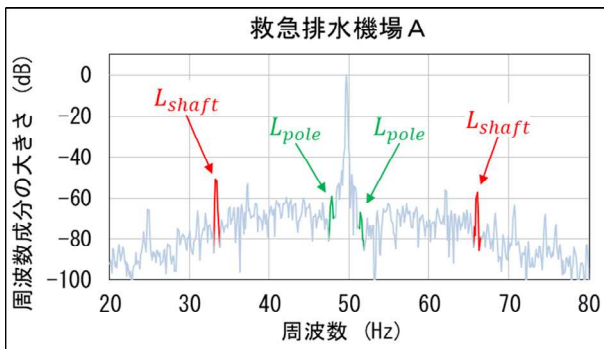


図-9 周波数分析結果 (救急排水機場)

アベレージングの結果を図-10に示す。

アベレージングでは、信号波形を加算平均することで、有効な信号を大きくし、不規則なノイズを小さくする<sup>4)</sup>。アベレージングの結果、ノイズが低減していることを確認した。

$L_{pole}$  は、視認には注意を要したが、すべての計測結果で周波数成分が現れていることを確認した。

$L_{shaft}$  は、救急排水機場 A および E では卓越した周波数成分が現れたが、その一方で、救急排水機場 B、C および D では卓越した周波数成分は確認できなかった。救急排水機場 B、C および D は、吐出弁開度を 5~15% に絞り運転したことから、吐出弁による吐出量の調整が周波数分析結果に影響を及ぼす可能性があることがわかった。

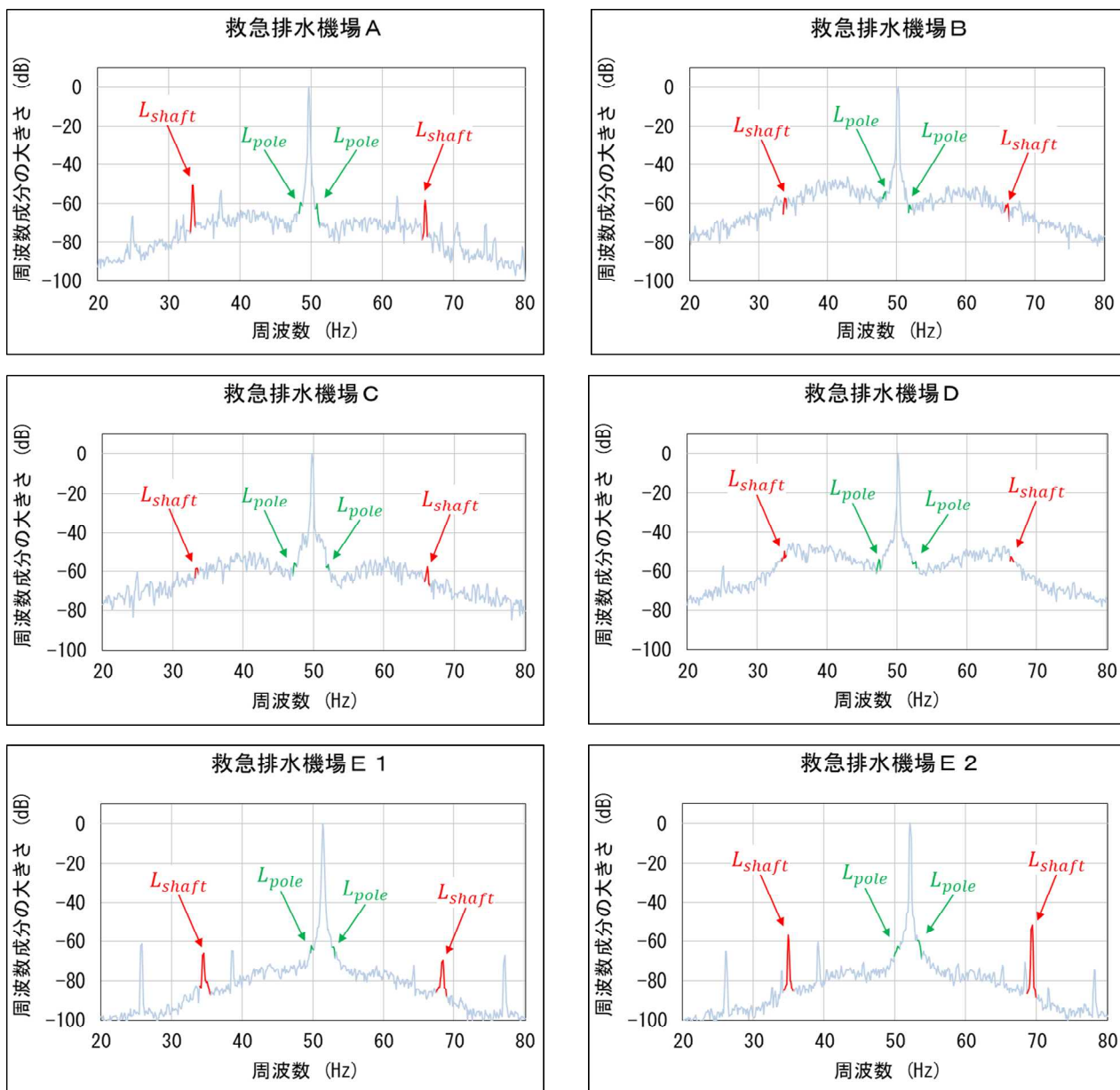


図-10 周波数分析結果 (救急排水機場、アベレージング処理後)

### 3. 2. 2 ポンプメーカー工場における計測試験結果

ポンプメーカー工場で行われた性能試験にあわせ、計測試験を実施した<sup>9)</sup>。

試験条件を表-3 に示す。電源は商用電源、コラム形水中ポンプの規格は高揚程型である。計測条件は、計画吐出量  $1\text{m}^3/\text{s}$  ( $60\text{m}^3/\text{min}$ ) を基準とし、30%、60%、100%および120%の4条件とした。吐出量および全揚程は性能試験による測定結果である。

表-3 計測条件 (ポンプメーカー工場)

電源	コラム形 水中ポンプ 規格	計測 条件	吐出量 ( $\text{m}^3/\text{min}$ )	全揚程 (m)	吐出弁 開度 ※参考
商用電源 3 相交流 400V 50Hz	高揚程	30%	18.73	14.641	16%
		60%	37.71	12.772	27%
		100%	60.24	9.139	45%
		120%	72.99	4.335	56%

なお、吐出量は吐出弁により調整したが、吐出量は吐出配管の延長や勾配等による配管損失にも影響されるため、ここでは吐出弁開度は参考値としている。

周波数分析結果を図-11 に示す。アベレージングによりノイズ処理したものである。

まず、 $L_{\text{pole}}$  は、すべての条件で卓越した周波数成分が現れており、吐出量を調整した影響は確認できなかった。また、前項の救急排水機場に比べ明瞭に現れており、これは、救急排水機場で使用した発動発電機に比べ、工場で使用した商用電源の電源周波数が安定していたことが、要因の一つとして考えられる。

次に、 $L_{\text{shaft}}$  は、吐出量30%ではほぼ現れないが、吐出量60%では小さく現れ、吐出量100%および120%では、大きく卓越した周波数成分が現れた。このことから、吐出量を絞ることにより、 $L_{\text{shaft}}$  の確認が難しくなることがわかった。そのため、電流波形を計測する際には、吐出弁をできる限り開放する必要がある。

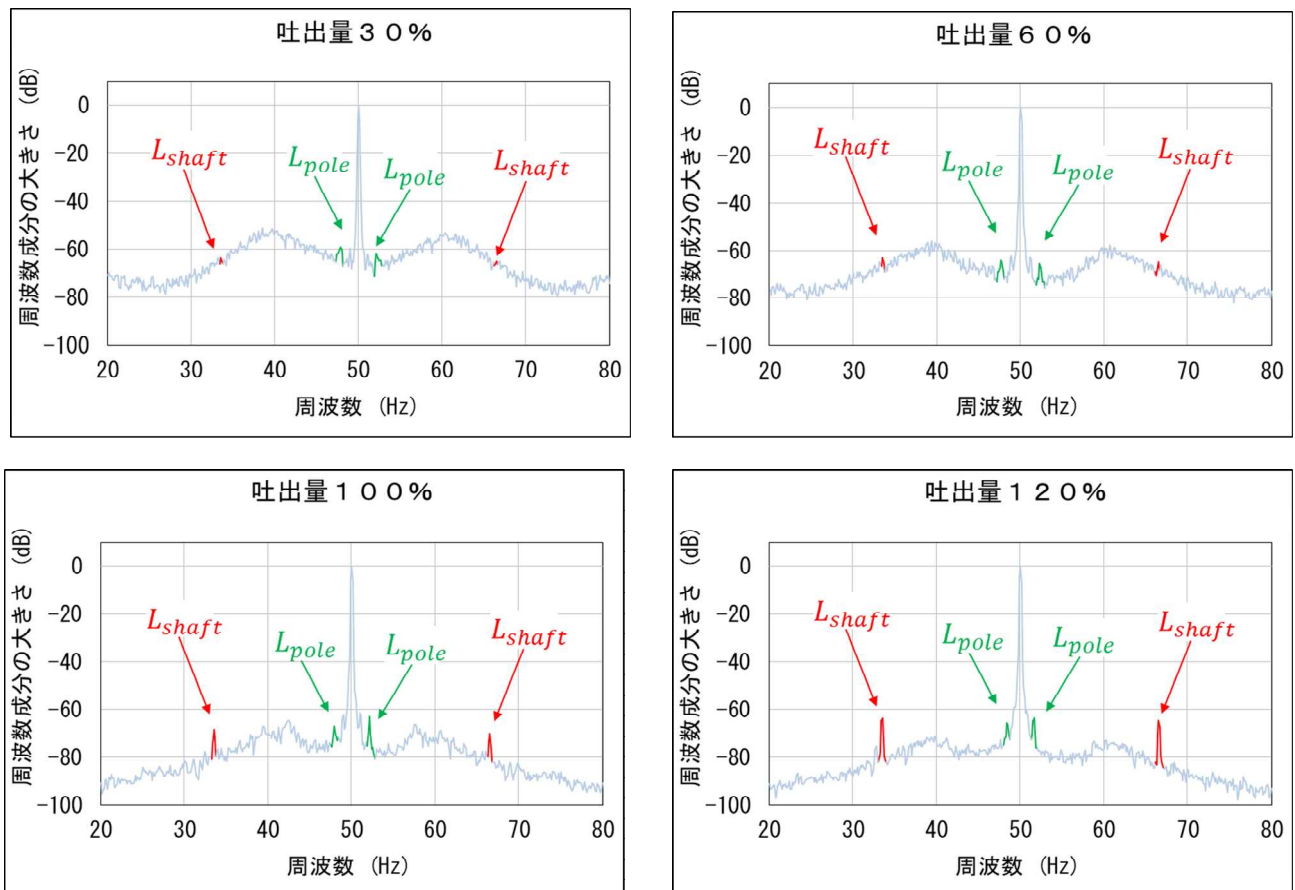


図-11 周波数分析結果 (ポンプメーカー工場)



$L_{pole}$  および  $L_{shaft}$  の大きさを図-12 に示す。

$L_{pole}$  および  $L_{shaft}$  は、吐出量の変化にかかわらずほぼ変わらない値であった。このことから、吐出量を絞ることにより、 $L_{shaft}$  の大きさは影響を受けないが、周辺の周波数成分が大きくなり、グラフから  $L_{shaft}$  を確認し難くしたと考えられる。

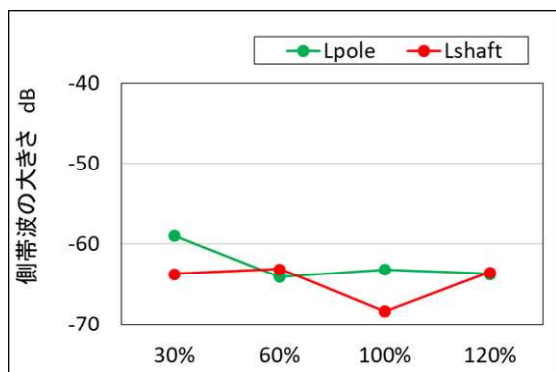


図-12  $L_{pole}$  および  $L_{shaft}$  の大きさ  
(ポンプメーカー工場)

### 3. 2. 3 小型水中ポンプによる異常模擬試験結果

ポンプの異常が解析結果に及ぼす影響を確認するため、小型水中ポンプによる異常模擬試験を実施した。

試験状況を写真-4 に示す。試験は実験用水槽で実施し、使用したポンプはステンレス製水中渦巻きポンプ (出力 0.4kW) である。配管は延長 7.0m とし、吐出量を確認するため流量計を取り付けた。

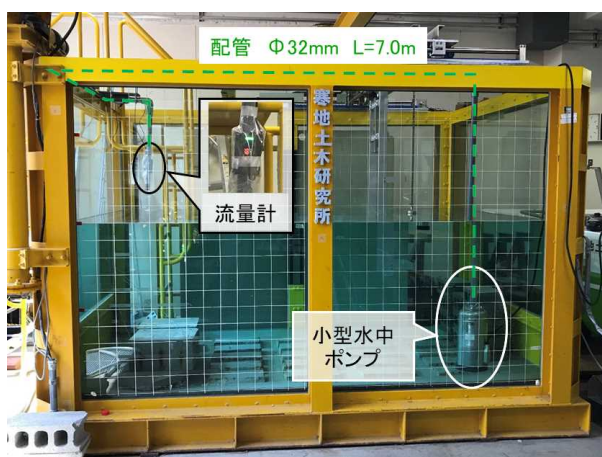


写真-4 異常模擬試験状況

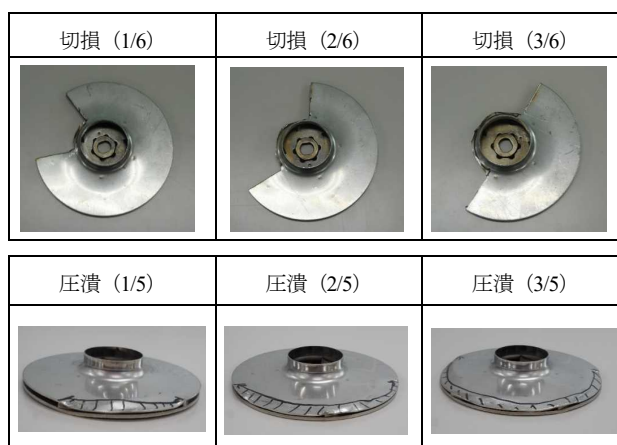
計測条件を表-4 に示す。今回の試験では、インペラの損傷による吐出量の低下を想定し、損傷を加えたインペラによる計測試験を実施した。損傷の種類は切損と圧潰の 2 種類とし、損傷の程度はそれぞれ 3 段階とした (図-13)。また、流量計により吐出量を計測し、損傷の種類ごとに、損傷の程度に伴う吐出量の変化を確認した。

計測試験は各 60 分間実施したが、インペラ交換直後は  $L_{pole}$  および  $L_{shaft}$  の現れる周波数域に変動が見られたため、変動がほぼ収まった最終 10 分間 (50~60 分) のデータにより解析した (図-14)。

インペラの損傷による吐出量の変化を図-15 に示す。損傷の程度に応じて吐出量が低下することを確認した。

表-4 計測条件 (異常模擬試験)

電源	小型水中ポンプ規格	損傷の種類	損傷の程度	
商用電源 3 相交流 200V 50Hz	ステンレス製水中渦巻きポンプ 0.4kW 口径 32mm	正常	—	
			切損	1/6
				2/6
		3/6		
		圧潰	1/5	
			2/5	
3/5				



※インペラは 5 枚羽根

図-13 インペラの損傷状況



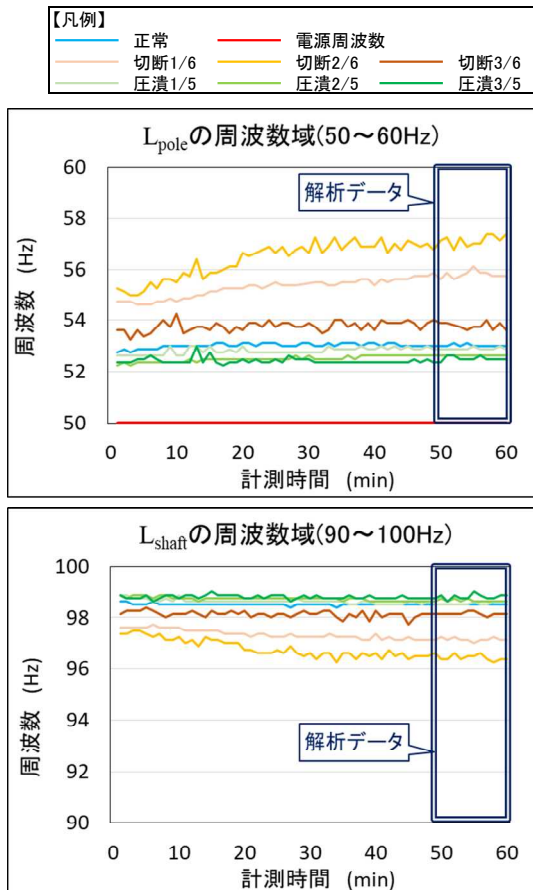


図-14  $L_{pole}$  および  $L_{shaft}$  の現れる周波数域

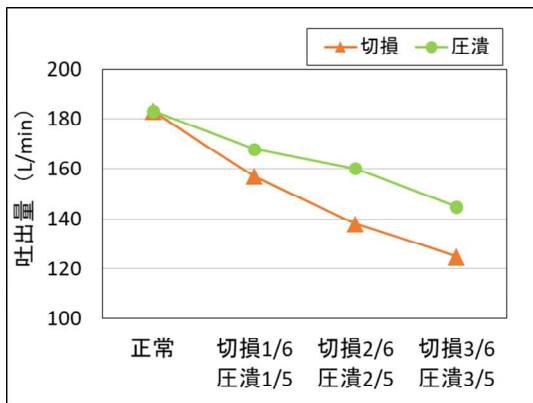


図-15 吐出量の変化

インペラを切損した場合の  $L_{pole}$  および  $L_{shaft}$  の大きさを図-16 に示す。解析した 10 分間のデータの平均値である。

インペラが損傷した場合には、 $L_{shaft}$  が大きくなることが考えられるが、計測の結果、 $L_{shaft}$  の平均値に大きな上昇は見られなかった。しかし、 $L_{shaft}$  の値にはバラツキが見られたため、標準偏差によりバラツキの大きさを確認した。

標準偏差を図-17 に示す。インペラの切損により、 $L_{shaft}$  のバラツキが非常に大きくなっていることがわかった。そのため、平均値では側帯波の変動を捉えられない可能性がある。そこで、 $L_{pole}$  および  $L_{shaft}$  の最大値について確認した (図-18)。

最大値では、インペラの切損に伴い  $L_{shaft}$  の値が大きくなっていることを確認した。このことから、側帯波の大きさは、平均値ではなく最大値を確認する必要があることがわかった。

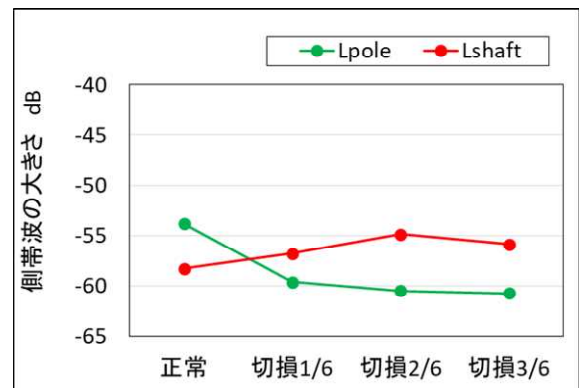


図-16  $L_{pole}$  および  $L_{shaft}$  の大きさの平均値 (切損)

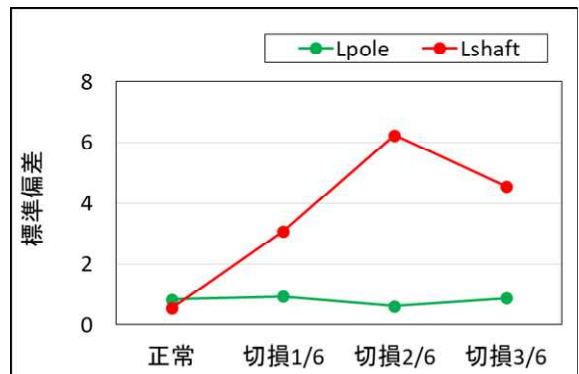


図-17  $L_{pole}$  および  $L_{shaft}$  の標準偏差 (切損)

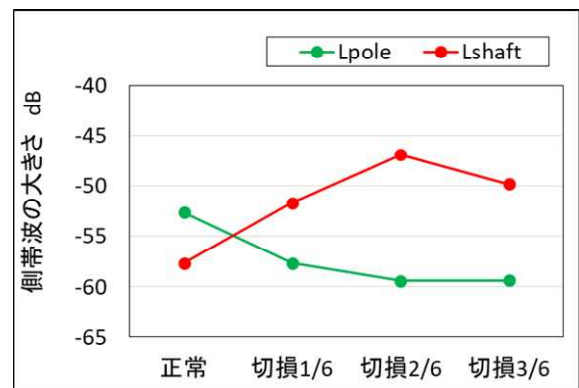


図-18  $L_{pole}$  および  $L_{shaft}$  の大きさの最大値 (切損)

次に、インペラを圧潰した場合の  $L_{pole}$  および  $L_{shaft}$  の大きさを確認した(図-19)。大きさは最大値である。

圧潰の場合には、 $L_{pole}$  および  $L_{shaft}$  にはほぼ変化は見られなかった。これは、切損の場合はインペラのアンバランスによる振れ回りが起こり、回転子軸のラジアル方向へ大きな異常負荷が発生したのに対し、圧潰の場合はアンバランスへの影響が小さく、回転子軸へかかる異常負荷が小さかったためと考えられる。

$L_{pole}$  および  $L_{shaft}$  の標準偏差を図-20 に示す。

圧潰の場合にも、切損と比較し大きさは小さいが、標準偏差が大きくなっていることが確認できた。これは、圧潰によりインペラの回転が安定せず不均一となったことで、周波数分析結果に乱れが起こり、側帯波の大きさにバラツキが生じたことが考えられる。そのため、側帯波の大きさに影響し難い損傷についても、標準偏差から異常を検知できる可能性があるといえる。

以上より、側帯波の大きさは、インペラの損傷によりバラツキが生じるため、平均値ではなく最大値を確認する必要があることがわかった。さらに、標準偏差を監視することで、側帯波の大きさに影響し難い損傷についても検知できる可能性があることがわかった。

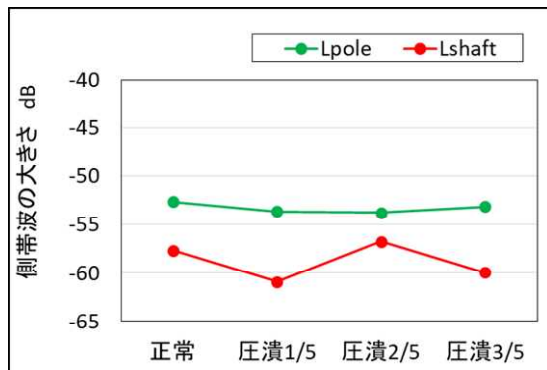


図-19  $L_{pole}$  および  $L_{shaft}$  の大きさの最大値 (圧潰)

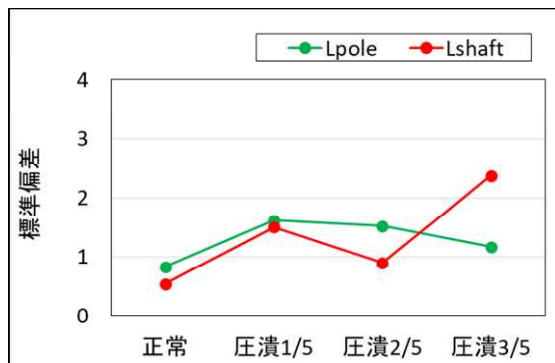


図-20  $L_{pole}$  および  $L_{shaft}$  の標準偏差 (圧潰)

#### 4. ガイドライン (案) の作成

本研究で得られた知見をもとに、電流情報診断によりコラム形水中ポンプの状態監視を実施するために必要な計測機器、計測方法、解析方法等についてとりまとめ、「電流情報診断によるコラム形水中ポンプ状態監視ガイドライン (案)」を作成した (図-21)。



図-21 ガイドライン (案)

#### 5. まとめ

本研究では、コラム形水中ポンプの稼働状態を的確に把握できる技術を提案するため、回転機械の状態監視に適用されている各種計測、診断技術についてコラム形水中ポンプへの適用性を検討し、実証実験により適用性の検証を行った。その結果、以下のことがわかった。

- 1) 回転機械の状態監視に適用されている各種計測、診断技術について調査し、コラム形水中ポンプへの適用性を評価した結果、電流情報診断の適用性が最も高かった。
- 2) 実験用モデルによる計測試験の結果、電流波形を周波数分析することで、電流情報診断による解析に必要な側帯波である  $L_{pole}$  および  $L_{shaft}$  が卓越した。また、フライホイールの偏芯により、 $L_{shaft}$  が大きくなった。
- 3) 救急排水機場における現地計測試験の結果、コラム形水中ポンプの周波数分析結果は、実験用モデルと比較しノイズが非常に大きかったが、アベレージングによりノイズを低減することができた。
- 4) ポンプメーカー工場における計測試験の結果、吐出弁により吐出量を絞ることで、周波数分析結果から  $L_{shaft}$  を確認することが難しくなった。そのため、電流

波形を計測する際には吐出弁をできる限り開放する必要がある。

5) 小型水中ポンプによる異常模擬試験の結果、側帯波の大きさは、インペラの損傷によりバラツキが生じるため、平均値ではなく最大値を確認する必要がある。さらに、標準偏差を監視することで、側帯波の大きさに影響し難い損傷についても検知できる可能性がある。

以上の結果をとりまとめ、電流情報診断によるコラム形水中ポンプの状態監視手法として整理し、ガイドライン（案）を作成した。

今後は、コラム形水中ポンプの効率的な点検整備を行うため、劣化部位を推定する技術やデータ取得方法等について検討していく必要がある。

謝辞：電流情報診断に関してご協力いただいた株式会社高田工業所 劉信芳氏，山本英明氏，救急排水機場における現地計測試験にご協力いただいた国土交通省北海道開発局，工場における計測試験ご協力いただいた株式会社電業社機械製作所，および小型水中ポンプ試験にご協力いただいた株式会社荏原製作所に感謝する。

## 参考文献

- 1) 国土交通省：河川構造物長寿命化及び更新マスタープラン，pp.3-4, 2011.6
- 2) 一般社団法人河川ポンプ施設技術協会：救急排水ポンプ設備技術指針・解説，pp. 7-8, 1994
- 3) 国土交通省（旧建設省）：救急内水対策事業の運用について（通知），H6.4.1 建設省河流発第1号, 1994.4
- 4) 振動技術研究会：ISO 基準に基づく機械設備の状態監視と診断（振動 カテゴリーⅢ），pp.6,101-102, 2010.5
- 5) 小林勇一，平地一典，澤口重夫，田所登：救急排水機場ポンプ設備への状態監視技術の適用について，平成 29 年度国土交通省国土技術研究会論文集，pp.51-56, 2017.10
- 6) 豊田利夫：電流徴候解析 MCSA による電動機駆動回転機の診断技術，高田技報，Vol.20，pp.3-5, 2010
- 7) 豊田利夫：電機設備診断の進め方，日本プラントメンテナンス協会，pp.130-145, 1993.12
- 8) 劉信芳：誘導電動機の電流信号による回転機械系の監視診断，第 15 回評価・診断に関するシンポジウム講演論文集，pp.72-75, 2016.12
- 9) 小林勇一，澤口重夫：救急排水機場における電流情報診断技術の適用に向けた計測試験，高田技報，Vol.29，pp.4-9,



# A STUDY ON MAINTENANCE OF COLUMNAR SUBMERSIBLE PUMPS

Research Period : FY2015-2018

Research Team : Machinery Technology  
Research Team

Author : TADOKORO Noboru  
SAWAGUCHI Shigeo  
HIRACHI Kazunori  
KOBAYASHI Yuichi

**Abstract** : The columnar submersible pumps used at emergency drainage pump station are important for safeguarding land by mitigating damage from land-side inundation. These facilities should work without fail at times of emergency. However, it is hard to detect abnormalities and check for operational malfunctions of the columnar submersible pumps used at emergency drainage pump stations, because such pumps are installed in columnar pipes. Deterioration from the aging of such facilities has been progressing in Japan. To secure reliability on a limited budget, it is necessary to appropriately understand the conditions of pumps when they are in operation and to perform appropriate and timely maintenance and renewal. To address this issue, we examined monitoring technologies to find one that is easily adaptable to columnar submersible pumps, and we verified the applicability of the technology by conducting a demonstration test.

Our examination and demonstration found that the diagnosis based on MCSA (Motor Current Signature Analysis), a machine monitoring technology, was highly adaptable, and we developed a method for monitoring the columnar submersible pumps when they are in operation that is based on MCSA.

**Key words** : Soundness, Life extension, Maintenance and Management, Emergency drainage pump station, Condition monitoring, Diagnosis based on MCSA